



## ESTRUCTURA DEL BOSQUE SECO CONTIGUO A LOS MANGLARES DE SAN PEDRO DE VICE, SECHURA – PIURA

### STRUCTURE OF THE DRY FOREST ADJACENT TO THE MANGROVES OF SAN PEDRO DE VICE, SECHURA - PIURA

Jesús Manuel Charcape Ravelo<sup>1\*</sup>, Wilder Enrique Caba Culquicondor<sup>1</sup>, Vicky Almendra Correa Seminario<sup>2</sup>, José Mostacero León<sup>3</sup>; Anthony J. De La Cruz-Castillo<sup>3</sup>, José Luis Castillo Zavala<sup>3</sup>; Carmen Lizbeth Yurac Gonzales Velásquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Frontera, Piura, Perú.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Trujillo, La Libertad, Perú.

Jesús Manuel Charcape Ravelo  <https://orcid.org/0000-0002-9595-1663>  
Wilder Enrique Caba Culquicondor  <https://orcid.org/0000-0002-0024-4713>  
Vicky Almendra Correa Seminario  <https://orcid.org/0000-0003-2642-9385>  
José Mostacero León  <https://orcid.org/0000-0003-2556-3013>  
Anthony Jordan De La Cruz Castillo  <https://orcid.org/0000-0002-5409-6146>  
José Luis Castillo Zavala  <https://orcid.org/0000-0002-8743-4797>  
Carmen L. Y. Gonzales Velásquez  <https://orcid.org/0000-0002-7541-617X>

#### Artículo Original

Recibido: 21 de febrero de 2023

Aceptado: 21 de mayo de 2023

#### Resumen

Los bosques secos representan el 42% de todos los bosques tropicales y subtropicales en el mundo. Son formaciones frágiles cuya vegetación muestra excelentes adaptaciones a las sequías extremas. Este estudio fue realizado en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, ubicado en la región del bosque seco ecuatorial. Durante el trabajo, se registraron las especies leñosas encontradas y se evaluó su estructura, distribución espacial, diferenciación diamétrica y mezcla de especies. Se determinaron un total de seis especies leñosas pertenecientes a tres familias, siendo *Neltuma piurensis* la especie dominante, mientras que *Tamarix aphylla* fue la única exótica. Las curvas de distribución de diámetros mostraron la aparición de nuevos individuos, relacionada directamente con la ocurrencia del evento de El Niño. La distribución espacial de las especies presentó cierto grado de agregación, con la presencia de grupos monoespecíficos compuestos por *Neltuma piurensis* y grupos pluriespecíficos que generalmente contenían dos especies. Los índices de riqueza señalan que este bosque posee una diversidad relativamente baja y una homogeneidad mediana de especies. Por otro lado, los índices de dominancia reflejan una codominancia de especies, destacando la importancia relativa de *Neltuma piurensis* como la especie más relevante.

**Palabras clave:** Bosque seco, composición vegetal, estructura vegetal.

#### Abstract

Dry forests represent 42% of all tropical and subtropical forests in the world. They are fragile formations whose vegetation shows excellent adaptations to extreme droughts. This study was conducted in the dry forest adjacent to the Manglares de San Pedro de Vice, located in the equatorial dry forest region. During the research, the woody species found were recorded, and their structure, spatial distribution, diameter differentiation, and species mixture were evaluated. A total of six woody species belonging to three families were identified, with *Neltuma piurensis* as the dominant species, while *Tamarix aphylla* was the only exotic one. The diameter distribution curves showed the appearance of new individuals, directly related to the occurrence of the El Niño event. The spatial distribution of species exhibited a certain degree of aggregation, with the presence of monospecific groups composed of *Neltuma piurensis* and plurospecific groups generally containing two species. The richness indices indicate that this forest has a relatively low diversity and a moderate species homogeneity. On the other hand, dominance indices reflect species codominance, with *Neltuma piurensis* standing out as the most relevant species.

**Keywords:** Dry forest, plant composition, plant structure.

\*Autor para correspondencia: E. mail: jacharcaper@unp.edu.pe

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2023.43.01.01>

Citar como:

Charcape, J., Caba, W., Correa, V., Mostacero, J., De La Cruz, A., Castillo, J., & Gonzales, C. (2023). Estructura del bosque seco contiguo a los manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura. *REBIOL*, 43(1), 1-13.



## 1. Introducción

Los bosques secos se encuentran ampliamente distribuidos en la mayor parte de los continentes del planeta: África, Oceanía (Australia), Asia: Birmania, Malasia, Tailandia, Laos, Vietnam y el sureste de este continente. En América abarca desde el suroeste de los Estados Unidos, occidente y costas del Golfo de México, Costa Rica, varias islas del Caribe, varios sectores Colombia y Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Argentina, Bolivia, Paraguay, incluyendo algunos valles interandinos de Perú y Colombia (Mostacero et al., 1996; Leal, 2005). El Bosque Seco Ecuatorial es un ecosistema forestal ubicado en las regiones tropicales y subtropicales con estaciones secas bien marcadas. A diferencia de los bosques húmedos tropicales, estos tienen una estación seca prolongada con disponibilidad limitada de agua. La vegetación adaptada a estas condiciones hace que muchos árboles pierdan sus hojas durante la estación seca, lo que da al bosque una apariencia más despejada que los bosques húmedos. Aunque el Bosque Seco Ecuatorial tiene menos biodiversidad que los bosques húmedos, aún alberga una buena diversidad de especies de flora y fauna. Es un hábitat importante para especies endémicas y en peligro de extinción. Sin embargo, enfrenta amenazas como la presión humana, deforestación y cambio climático, lo que ha llevado a una disminución significativa de su extensión original. La conservación de estos ecosistemas es crucial para proteger la biodiversidad y los servicios ecosistémicos para las comunidades locales y el ambiente (Murphy & Lugo 1986; Mostacero et al., 1996; Charcape & Moutarde, 2005).

Es de gran importancia comprender la estructura de estos ecosistemas, lo cual se logra mediante el conocimiento de su composición, cambios a lo largo del tiempo y cómo interactúan con otros elementos del ecosistema (Magurran, 1989; Colivaux, 1993). Dado que la estructura de la vegetación es un indicador importante de la biodiversidad y la salud del bosque seco, y considerando que es una característica susceptible de ser alterada por las actividades humanas, es esencial comprenderla para asegurar una gestión sostenible de estos bosques (Del Río et al., 2003).

Los bosques pueden ser analizados desde la perspectiva de su organización, es decir, cómo están compuestos y cuál es su arquitectura y estructuras subyacentes, que se encuentran detrás de la aparente mezcla desordenada de árboles y especies. En general, los bosques secos tienen una baja diversidad de especies, pero cada una de ellas está representada por un gran número de

individuos, lo que da lugar a estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo. Estos bosques a menudo presentan tres niveles: el estrato arbóreo, el estrato arbustivo y el estrato herbáceo (Kageyama, 1994).

La distribución espacial de los individuos en un bosque está influenciada por las relaciones entre ellos, como la competencia y la asociación, así como por las estrategias de regeneración de las diversas especies, y todo esto está relacionado con la etapa de desarrollo del bosque. En términos de diversidad estructural, dos aspectos son importantes: la variedad de especies presentes en el área y cómo se distribuyen estas especies en el espacio. Aunque la diversidad de especies es relevante, al estudiar la estructura de un bosque, el enfoque se centra más en el grado de mezcla entre las diferentes especies (Del Valle, 1993).

La base esencial de los estudios estructurales del bosque radica en el significado biológico de los fenómenos bosque expresados mediante formulaciones matemáticas (UNESCO, 1980). Esto es evidente en las distribuciones de diámetros y alturas de los árboles, la disposición espacial de los árboles y especies, así como la diversidad de flora y asociaciones. Por lo tanto, es posible referirse a la estructura de los diámetros, alturas, copas y disposición espacial (Mattucci & Colma, 1982). Por ello el objetivo del presente trabajo fue determinar la estructura de las especies leñosas del bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice.

## 2. Materiales y Métodos

**Área de estudio:** El Área de estudio corresponde a la eco-región del bosque seco ecuatorial (Brack, 1986), se encuentra en el distrito de Vice, provincia de Sechura, región Piura entre los 5°25'29" S, 80°53'12" O y los 5°31'28", 80°49'48" O (Fig. 1), que comprenden la parte de bosque seco aledaño al Santuario Regional del manglar de San Pedro, Vice, correspondiendo a la zona de vida de Desierto superarido premontano tropical (ds-PT) (Gálvez et al., 2006). El caserío más cercano a la zona de estudio es, Becará. Al noreste de la ciudad de Sechura. El tipo de suelo presente es un Entisol (AECI, 2003). El clima predominante en la zona es subtropical seco, con una temperatura media anual de 31,2°C y una mínima de 17,7°C, con precipitaciones estacionales presentes en los meses de verano, generalmente presentándose escasas e

irregulares a lo largo del año (80 mm/año), exceptuando los fenómenos de El Niño (ENSO) que han acortado el tiempo en que se producen (Wright, 1999).



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudios (en rojo), entre los 5°25'92" S, 80°53'124" O y los 5°31'28", 80°49'48" O, que corresponde al bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura.

**Métodos:** En el estudio se llevó a cabo un muestreo sistemático. Se establecieron 06 líneas de muestreo en dirección norte-sur, cada una con 08 parcelas. Cada parcela tenía dimensiones de 50 x 50 metros (0,25 has), lo que resultó en un área total de 02 hectáreas muestreadas. La separación entre las parcelas fue de aproximadamente 750 metros. Para garantizar la aleatoriedad del muestreo, la primera parcela se seleccionó al azar en el gabinete y, a partir de esta primera ubicación, se determinaron las posiciones de las otras parcelas en la misma línea. Del mismo modo, para asegurar la aleatoriedad en la elección de las distancias entre las líneas de muestreo, estas se seleccionaron al azar, obteniéndose así las distancias de separación entre las líneas de muestreo.

Para la determinación de las especies, se empleó el método propuesto por Walters (2014), fotografiando el hábito de la planta, así como detalles de las hojas, flores y frutos. La mayoría de las especies se determinaron in situ. Las demás especies fueron determinadas mediante la consulta de literatura especializada, como claves publicadas en revisiones y sinopsis taxonómicas para identificar las muestras (Macbride 1937-1986). Las fotografías se compararon con las descripciones iniciales

(protólogos) y ejemplares tipo disponibles en Global Plants Jstor (<https://www.plants.jstor.org/>) para su corroboración. Para establecer la nomenclatura, se utilizó el sistema de clasificación Angiosperm Phylogenetic Group IV (APG IV, 2016). Para los autores de las especies se tomaron en consideración lo propuesto por Brummitt & Powell (1992) e International Plant Names Index – IPNI (<https://www.ipni.org/>).

Para establecer las parcelas de muestreo, se utilizaron herramientas como una brújula, cuatro estacas de un metro de longitud revestidas con cinta de embalaje roja y una wincha de 50 metros. El proceso comenzó ubicando el centro de la parcela, desde donde se extendió la cinta métrica 25 metros hacia el norte y otros 25 metros hacia el sur con la ayuda de la brújula. Luego, se trasladó hacia el borde de la parcela, situado a 25 metros al norte del centro. Utilizando nuevamente la brújula, se realizó un desplazamiento de 25 metros hacia el oeste para marcar la primera esquina con una estaca. A partir de la primera estaca, se caminó 50 metros hacia el sur para ubicar la segunda estaca, y desde esta posición se avanzó otros 50 metros hacia el este para establecer la tercera esquina. Finalmente, para ubicar la cuarta esquina, se utilizó la brújula tomando como referencia las posiciones de la primera y tercera estaca. Así se logró definir cada parcela de muestreo de manera precisa y sistemática.

En cada una de las parcelas se tomaron los siguientes datos:

**Diámetro a la Altura del Pecho (DAP):** Se tomaron las medidas de los árboles con una cinta diamétrica, a la altura de 1,30 m. desde el suelo.

**Altura:** Se empleó un clinómetro.

**Tabla de Composición de Especies:** Los nombres de las especies reportadas en la fase de campo fueron colocadas en una tabla indicando su nombre científico, autor, año, familia y nombre común o vulgar.

**Distribución diamétrica:** Se aplicó el ajuste de diámetros a la función de Weibull, se empleó esta función ya que en

el ámbito forestal es muy empleada para caracterizar las distribuciones diamétricas, empleando además la función de distribución continua, que se ajusta a las series de datos mostrando la distribución diamétrica de la masa forestal. Este ajuste solo se aplicó a *Neltuma piurensis* "algarrobo", por ser la especie que presenta un tallo leñoso bien definido. Su expresión matemática es:

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c}$$

donde:

a: es el parámetro que define el origen de la distribución.

b: es el parámetro de escala.

c: es el parámetro de forma.

x: el diámetro a 1.3 m.

**Índice de diferenciación diamétrica de Gadow et al. (2007):** Donde se ve la relación dimensional entre el diámetro más delgado y más voluminoso de cada parcela.

$$T_i = 1 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\min(Dim_i, Dim_j)}{\max(Dim_i, Dim_j)}$$

donde:

Ti = grado de diferenciación en diámetros o/y alturas.

j = 1 . . . n árboles vecinos.

i = árbol de referencia.

Dimi = diámetro o altura del árbol i.

Dimj = diámetro o altura del árbol j.

El valor del Ti se incrementa al aumentar la diferencia media del tamaño de los árboles vecinos ( $0 \leq T_i \leq 1$ ). Entre más bajo sea el valor de Ti las diferencias son menores, un valor de 0 indica que todos los árboles son del mismo tamaño.

**Densidad:** se calculó de la siguiente manera:

**Densidad Relativa (Zarco-Espinosa et al., 2010):**

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

donde:

$$\text{Densidad Absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

**Cobertura Relativa (Zarco-Espinosa et al., 2010):**

$$\text{Cobertura Relativa} = \frac{\text{Cobertura absoluta de cada especie}}{\text{Cobertura absoluta de todas las especies}} \times 100$$

donde:

$$\text{Cobertura Absoluta} = \frac{\text{Cobertura de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

**Frecuencia Relativa (Zarco-Espinosa et al., 2010):**

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

donde:

$$\text{Frecuencia Absoluta} = \frac{\text{Número de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de cuadros muestreados}}$$

**Valor de Importancia Relativa (VIR) (Zarco-Espinosa et al., 2010):**

$$\text{VIR} = D_r + C_r + F_r$$

donde:

Dr: Densidad relativa

Cr: Cobertura relativa

Fr: Frecuencia relativa

**Índices de Distribución Espacial:**

**índice de Clark-Evans (1954) (CE):**

$$I_{CE} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{\frac{n}{2\sqrt{\rho}}}$$

donde, si el resultado:

> 1 = Agregado

1 = Aleatorio

< 1 = Regular

**Índice de Pielou (1959) (Ipi):**

$$I_{pi} = \pi \cdot r_1^2 \cdot \lambda$$

donde:

ri = distancia entre un punto i y su vecino más cercano.

λ = densidad real del rodal

Índice de Cox (1971) (Ic):

$$Cox = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

$$Ip = n \left[ \frac{\sum x_i^2 - \sum x_i}{(\sum x_i)^2 - \sum x_i} \right]$$

donde:

$\bar{X}$  = Media

S<sup>2</sup> = Varianza

n = Tamaño de muestra

Además, se emplearon los índices de diversidad de especies de Shannon, de Margalef, Simpson, Brillouin, Uniformidad de Pielou, los índices de dominancia de Simpson y Berger-Parker, índice de mezcla de Gadow, así como los modelos de abundancia de especies.

### 3. Resultados

Se detalla la lista alfabética de las seis especies leñosas presentes y evaluadas (Tabla 1), indicándose el nombre científico, autor, año de publicación, la familia y el nombre vulgar o común.

**Tabla 1.** Lista alfabética de las seis especies leñosas presentes y evaluadas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura

N°	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
1	CAPPARACEAE	<i>Morisonia crotonoides</i> (Kunth) Christenh. & Byng 2018	“vichayo”
2	CAPPARACEAE	<i>Morisonia scabrida</i> (Kunth) Christenh. & Byng 2018	“sapote”
3	FABACEAE	<i>Neltuma piurensis</i> (Vásq., Escu. & Hua.) Hughes & Lewis 2022	“algarrobo”
4	FABACEAE	<i>Parkinsonia aculeata</i> Linnaeus 1753	“nuche”, “azote de Cristo”
5	TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) H.Karst. 1882	“falso ciprés”, “tamarix”
6	FABACEAE	<i>Vachellia aroma</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Seigler & Ebinger 2006	“huarango”

**Diferenciación Diamétrica:** Esta diferencia solo se aplicó a *Neltuma pallida* “algarrobo”. Los datos y valores nos muestran que hay una mezcla de árboles con diferentes diámetros, la media de diferenciación es baja (Tabla 2),

esto indica que los diámetros de los árboles en la parcela son similares, ya que también muestra una diferenciación pequeña. El valor mínimo alcanzado fue de 0,051, aunque la mayoría de árboles tuvieron un valor entre 0,2 y 0,4.

**Tabla 2.** Índice de diferenciación de Gadow en *Neltuma piurensis* “algarrobo”

Diferenciación Diamétrica (cm)				
Nombre científico	Media	D-estándar	Mínimo	Máximo
<i>Neltuma piurensis</i>	0.362	0,112	0,051	0,489

El ajuste de diámetros a la función de Weibull, solo se utilizó para *Neltuma pallida* “algarrobo”, por ser la especie dominante y la que contó con mayor cantidad de datos diamétricos, esto permitió inferir su distribución diamétrica.

Estos resultados mostraron que la gran mayoría de la población de *Neltuma piurensis* tienen diámetros de 4-5 cm, como se muestra en la curva que presentó su máximo entre esos valores. Esto indica que los individuos con un mayor diámetro y por lo tanto los de mayor edad

conforman la minoría dentro de la población de esta especie.

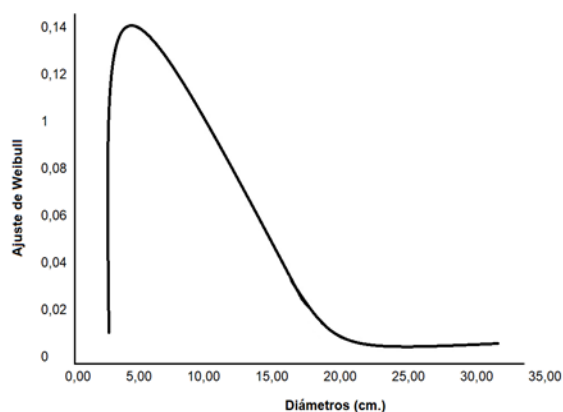


Figura 2: Ajuste de los diámetros de *Neltuma piurensis* usando la función de Weibull.

**Altura:** La especie con mayor altura fue *Neltuma piurensis* "algarrobo", con una altura máxima de 11,97 m. Las

especies de la familia Capparaceae tuvieron alturas máximas muy cercanas entre ellas, tal es el caso de *Morisonia scabrida* "sapote" 3,27 m. y *Morisonia crotonoides* "vichayo" 3,12 m. Las alturas mínimas de estas especies tuvieron un valor similar. Para *Morisonia scabrida*, todos los individuos valores cercanos a la altura mínima, se encontraron vivos y en buen estado vegetativo, esto indica una mayor resistencia o plasticidad genética a la desecación por parte de esta especie.

La especie arbustiva *Vachellia aroma* "huarango", presentó una altura máxima de 1,30 m. y una mínima de 0,10 metros.

Las especies *Tamarix aphylla* "tamarix" y *Parkinsonia aculeata* "nuche", dado a su bajo número de individuos en una de las parcelas, no fueron considerados en la tabla 3.

Tabla 3. Alturas totales de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura

Nombre científico	Diferenciación Diamétrica (cm)			
	Media	D-estándar	Mínimo	Máximo
<i>Vachellia aroma</i>	0,60	0,29	0,10	1,30
<i>Morisonia crotonoides</i>	1,06	0,74	0,28	3,12
<i>Morisonia scabrida</i>	0,99	0,91	0,11	3,27
<i>Neltuma piurensis</i>	1,72	1,74	0,10	11,97

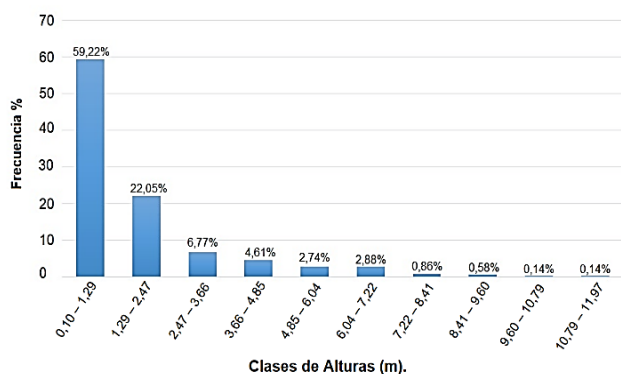


Figura 3. Frecuencias (%) de las clases de alturas en *Neltuma piurensis* "algarrobo".

La figura 3, muestra que el 59,22% de los individuos de *Neltuma piurensis* "algarrobo" poseen una altura inferior a 1,29 m., este porcentaje comprendería a los individuos renovables para esta población.

El número de individuos con alturas más altas en la población es muy reducido; únicamente el 0,14% de toda la población se encuentra en el rango de 10,79 a 11,97 m.

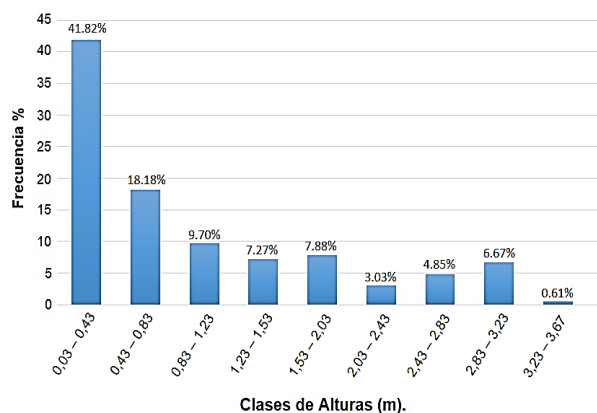


Figura 4. Frecuencias (%) de las clases de alturas en *Morisonia scabrida* "sapote".



Como se puede apreciar en la figura 4, *Morisonia scabrida* "sapote" presenta una gran variabilidad, pero al igual que *Neltuma piurensis* se encuentran pocos individuos con alturas superiores a la mínima, el 41,82 % de individuos presentan alturas menores a 0,43 m., este

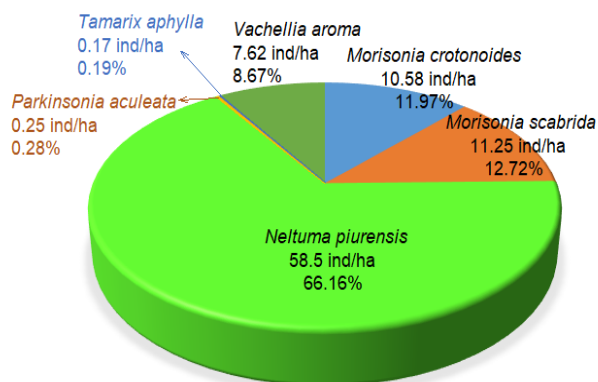
sería el porcentaje de individuos renovables. Los individuos con mayor altura apenas son el 0,61%, presentando intervalos de entre 1,83 - 3,23 y 3,23 - 3,67 metros.

**Tabla 4:** Densidades absoluta y relativa de las especies leñosas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura.

Nombre científico	Densidad absoluta ind./ha	Densidad relativa %
<i>Morisonia crotonoides</i> "vichayo"	10,58 ± 5,36	11,97
<i>Morisonia scabrida</i> "sapote"	11,25 ± 3,84	12,72
<i>Neltuma piurensis</i> "algarrobo"	58,50 ± 17,94	66,16
<i>Parkinsonia aculeata</i> "nuche"	0,25 ± 0,50	0,28
<i>Tamarix aphylla</i> "falso ciprés", "tamarix"	0,17 ± 0,33	0,19
<i>Vachellia aroma</i> "huarango"	7,67 ± 3,56	8,67
<b>TOTAL</b>	<b>88,42 ± 19,90</b>	<b>100,00</b>

En cuanto a la densidad absoluta (Tabla 4), se nota una clara dominancia de *Neltuma piurensis* "algarrobo" con 58,50 ind/ha, en segundo lugar, se encuentra *Morisonia scabrida* "sapote" con 11,25 ind/ha, seguida de *Morisonia crotonoides* "vichayo" con 10,58 ind/ha y *Vachellia aroma* con 7,67 ind/ha, valores lejanos al primero. Las otras especies tienen valores muy lejanos, porque fueron escasos los ejemplares encontrados.

**Figura 5.** Densidades absolutas (ind/ha) y relativa (%) de las especies leñosas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura–Piura.

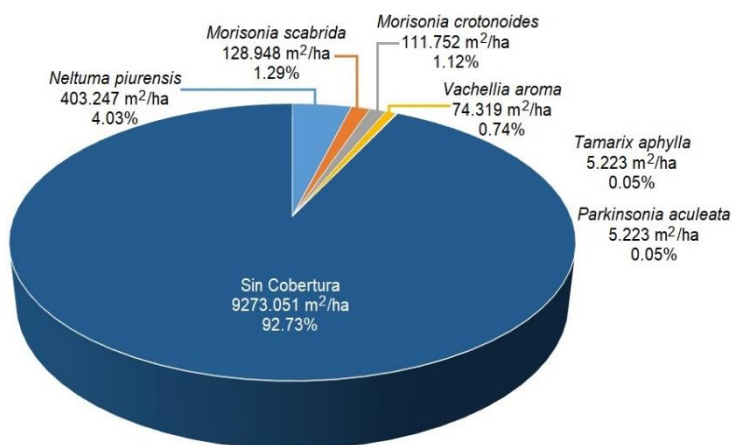


En la zona de estudios se pudo observar que el bosque seco cuenta con una escasa presencia de vegetación, como se muestra en la Tabla 4 y la Figura 5. De toda el área analizada, solo el 7,27% está cubierta por vegetación, mientras que el 92,73% restante corresponde a zonas sin cobertura vegetal.

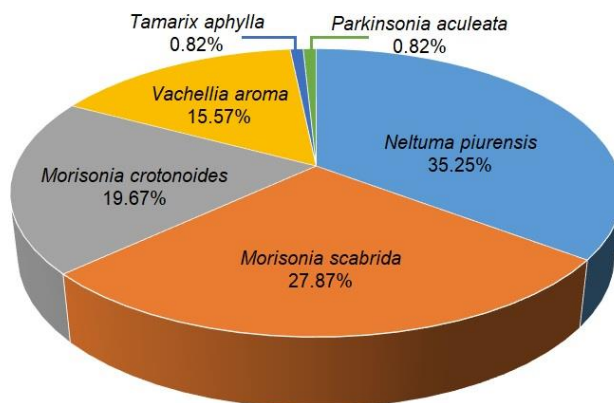
Considerando el área total de estudio, *Neltuma piurensis* representa un 4.03% de cobertura vegetal, siendo la especie con mayor presencia. La segunda especie con mayor cobertura es *Morisonia scabrida*, con un 1.29%. Le sigue *Morisonia crotonoides* con un 1,12% de representatividad en cobertura vegetal, mientras que *Vachellia aroma* ocupa el cuarto lugar con un 0.74% de cobertura. En cuanto a las especies con menor cobertura, *Tamarix aphylla* cuenta con un 0.05% y *Parkinsonia aculeata* con un 0.03%.

**Tabla 5.** Coberturas absoluta y relativa de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura–Piura.

Nombre científico	Cobertura absoluta (m <sup>2</sup> /ha)	Cobertura de área total (%)	Cobertura relativa (%)
<i>Morisonia crotonoides</i>	111.752	1.12	15.37
<i>Morisonia scabrada</i>	128.948	1.29	17.74
<i>Neltuma piurensis</i>	403.247	4.03	55.47
<i>Parkinsonia aculeata</i>	3.460	0.03	0.48
<i>Tamarix aphylla</i>	5.223	0.05	0.72
<i>Vachellia aroma</i>	74.319	0.74	10.22
Con cobertura	726.949	7.27	-----
Sin cobertura	9273.051	92.73	-----
<b>TOTAL</b>	<b>10000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



**Figura 6.** Cobertura absoluta (m<sup>2</sup>/ha) y porcentaje de las especies leñosas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura–Piura.



**Figura 7.** Frecuencia de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura – Piura.



**Frecuencia:**

En la figura 7 podemos observar, que la especie con mayor frecuencia o mayor probabilidad de encontrar en el área de estudios fue *Neltuma piurensis* con el 35.25%, manteniendo su dominancia como en los datos obtenidos para la cobertura y densidad. En

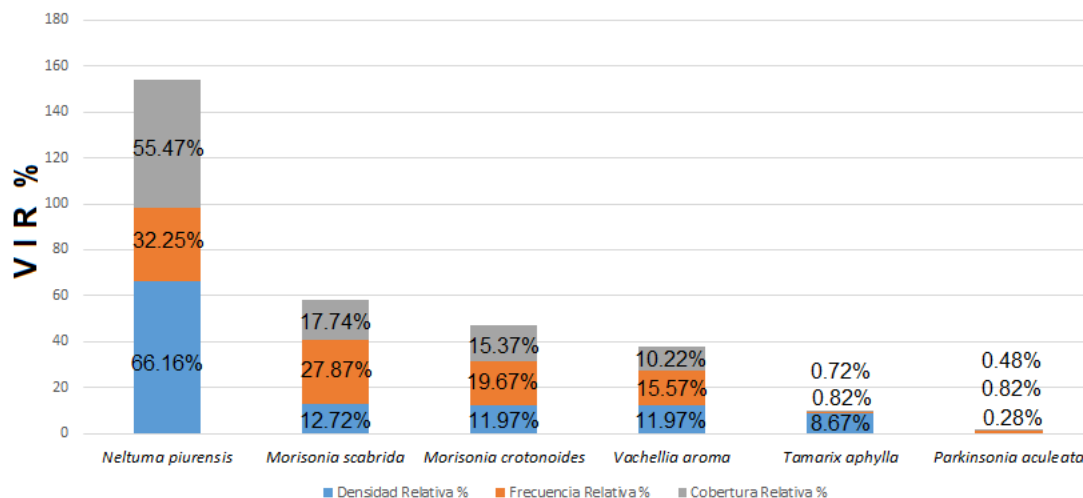
segundo lugar, se encuentra *Morisonia scabrida* con 27.87%, *Morisonia crotonoides* con 19.67%, *Vachellia aroma* con 15,57%. Las dos especies con menor frecuencia fueron *Tamarix aphylla* y *Parkinsonia aculeata* ambas con el 0.82%.

**Tabla 6.** Valor de Importancia Relativa (VIR) de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura - Piura.

Nombre científico	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa %	Cobertura Relativa %	VIR %
<i>Neltuma piurensis</i>	66.16	32.25	55.47	156.88
<i>Morisonia scabrida</i>	12.72	27.87	17.74	58.33
<i>Morisonia crotonoides</i>	11.97	19.67	15.37	47.01
<i>Vachellia aroma</i>	11.97	15.57	10.22	34.47
<i>Tamarix aphylla</i>	8.67	0.82	0.72	1.73
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0.28	0.82	0.48	1.58

Los valores del VIR: Índice de Importancia Relativa (Tabla 6 y Figura 8), muestran que *Neltuma piurensis* posee el mayor VIR con el 156.88%, constituyéndose

en la especie con mayor valor importancia de este bosque, frente a las otras especies.



**Figura 8.** Valor de Importancia Relativa (VIR) de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura - Piura.

**Índices de Distribución Espacial**

Los resultados de los tres índices de distribución espacial empleados: Clark y Evans, Pielou y Cox (Tabla

7), para las especies del bosque seco muestran que su distribución es Agregada.

**Tabla 7.** Distribución Espacial de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura - Piura.

Estadísticos	Índices de Distribución Espacial		
	Clark y Evans	Pielou	Cox
Media	1.211	2.457	20.109
Interpretación	Agregado	Agregado	Agregado

## Mezcla de especies

**Tabla 8.** Mezcla de las especies leñosas registradas en el bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice, Sechura - Piura.

	Estadísticos			
	Media	D-estándar	Mínimo	Máximo
Índice de mezcla de Gadow	0.533	0.379	0	1

El índice de mezcla de Gadow permite observar el grado de mezcla de dos o más especies. Según la tabla 8, las especies leñosas tienden a asociarse ligeramente, dado que su valor del índice medio es 0.533; su desviación estándar al ser algo elevada con respecto a la media, nos indica que la mezcla de especies no es homogénea en el bosque, habiendo zonas con mayor mezcla de especies y otras donde la mezcla es baja o nula. En las zonas con mayor mezcla, por lo general *Neltuma piurensis* estaba mezclada con una o más especies (grupos pluriespecíficos); también hay casos donde se encontraba mezclas con ausencia de *Neltuma piurensis* (monoespecíficos).

## 4. Discusión

En la costa norte de Perú, los bosques secos presentan una composición característica de plantas, con especial relevancia de las especies *Neltuma piurensis* y *Morisonia scabrida* para estos ecosistemas (Proyecto algarrobo-INRENA, 1998; La torre & Linares, 2008). La diversidad de especies en esta región es similar a la que se encuentra en un bosque seco ubicado en la sabana africana de Togo (Kokou et al., 2006). Es relevante señalar que el número de especies registradas parece ser bajo, pero esto se debe a que el muestreo se enfocó exclusivamente en árboles y arbustos, y también se relaciona con la

naturaleza de los bosques secos, que naturalmente albergan menos diversidad de especies (Krebs, 1989).

Dentro de las plantas leñosas, la familia Fabaceae se destaca como la más representativa, coincidiendo con los estudios realizados por More (2003) en el bosque seco de Talara y por Gálvez et al. (2006) en el macizo de Illescas; esta familia también se destaca por ser la más abundante en los bosques secos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Cayola et al., (2005) para un bosque seco boliviano, así como en un bosque seco de Centroamérica, donde también se encontró que la familia Fabaceae era la más representativa (Gillespie et al., 2000). Por otro lado, la familia Capparaceae ocupa el segundo lugar en representatividad de plantas leñosas en esta área.

Al comparar el número de especies de árboles y arbustos registrados en el área muestreada con otros estudios realizados en bosques secos, tanto en América (Lott et al., 1987; Gillespie et al., 2000) como en África (Couteron & Kekou, 1997), se observa que el área de investigación muestra una menor diversidad de especies de árboles y arbustos.

La aproximación de una curva de acumulación de especies hacia una asíntota indica que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para recoger la mayoría de las especies presentes en el área de estudio (Magurran, 1989; Margalef, 1998). El valor asintótico de la curva

representa una medida del total de especies complementarias. Aunque la curva de acumulación de especies mostró una tendencia a estabilizarse, esto no descarta la posibilidad de que aparezcan ocasionalmente nuevas especies. Esta conducta se observa cuando algunas especies tienden a ser poco frecuentes durante el muestreo, incluso si se ha realizado un esfuerzo de muestreo considerable (Odum, 1997). Además, se deben tener en cuenta las especies que no pudieron ser registradas, lo que se refleja adecuadamente en lo observado en el área de estudio.

El ajuste de Weibull reveló que la población de *Neltuma piurensis* corresponde a una población joven, como lo indica la forma de la curva, y solo una minoría de la población es adulta según la relación entre el diámetro y la edad (Villegas et al., 2003). Si la curva hubiera sido completamente decreciente (en forma de J-invertida), habría indicado una regeneración continua. Sin embargo, como este no fue el caso, se puede inferir que el cambio poblacional para esta especie no es constante y ocurre solo en momentos puntuales a través del tiempo. Este tipo de cambio generacional es característico de los bosques, que dependen directamente de las estaciones lluviosas para la germinación de sus semillas que se encuentran en estado latente (Wright et al., 1999; De Steven & Wright, 2002). La germinación se produce durante las lluvias, y en este caso, el cambio generacional de esta población se da con las lluvias del fenómeno climatológico Evento de El Niño Oscilación Sur (ENSO), que ocurre después de ciertos periodos de tiempo (Wright et al., 1999). Las fuertes lluvias asociadas al Evento El Niño afectan la flora y la vegetación (Ferreyra, 1993; Proyecto algarrobo-INRENA, 1998), influyendo en la estructura de las poblaciones del bosque seco, que dependen de este evento para su cambio generacional. Los valores de diferenciación diamétrica fueron similares en todas las parcelas; la pequeña desviación estándar indica que la estructura horizontal es relativamente homogénea en toda el área de estudio. La distribución de los árboles es similar en el conjunto del área. Los valores de diferenciación pequeños indican que los grupos de árboles presentan diámetros parecidos y sugieren que son de edades similares.

De todas las especies medidas, *Neltuma piurensis* presentó la mayor altura, mientras que *Vachellia macracantha* fue la especie más baja. Los resultados de

altura media indican que el bosque contiene árboles de estatura media. *Neltuma piurensis* mostró una altura mínima de 10 cm. comparado con otros bosques secos, como uno en África (Couteron & Kokou, 1997) con una altura media de 3,6 m. Esto indica que el bosque estudiado tiene condiciones ambientales desfavorables para el desarrollo de vegetación arbórea, sin embargo, es sorprendente la presencia y el grado de desarrollo vegetal encontrado.

Los resultados de densidad absoluta y relativa indicaron que *Neltuma piurensis* es la especie dominante en esta área. La especie ha demostrado consistentemente ser la más abundante entre los bosques secos de la región, junto con *Morisonia scabrida*, que también es representativa en este tipo de bosque. Las demás especies consideradas como acompañantes se encuentran en menor densidad, coincidiendo con lo señalado en distintos trabajos para estos ecosistemas.

En contraste, *Tamarix aphylla*, que es una especie introducida desde el norte de África y países del oriente del Mediterráneo, mostró la menor densidad. Es considerada una especie invasora en varios países debido a su capacidad de adaptación, incluso en los bosques secos. Por otro lado, *Parkinsonia aculeata* también presentó una baja densidad en la zona de estudio y solo se registró una vez durante el muestreo de campo.

El bosque seco muestra una escasa cobertura vegetal, con solo un 7.27% de área cubierta. Esto sugiere que es un bosque seco disperso, especialmente considerando los valores de densidad obtenidos. A pesar de su escasa extensión, esta vegetación es de vital importancia para regular los ciclos naturales de nutrientes, hidrológicos y biológicos en la zona (Proyecto Algarrobo – INRENA, 1998). La baja cobertura vegetal es típica de los bosques secos, pero en este estudio, se reporta un porcentaje aún menor debido a la presión ejercida por la tala excesiva y las prácticas de pastoreo de las comunidades cercanas. Esto es problemático, especialmente porque estos bosques dependen de las lluvias estacionales o del evento del ENSO para su regeneración y renovación.

En cuanto al índice de valor de importancia relativa (VIR), *Neltuma piurensis* destaca en primer lugar con un 156.88% para este bosque seco, superando significativamente a las demás especies. Aunque muestra una clara dominancia, su valor está por debajo del máximo posible, lo que indica que factores, posiblemente

hídricos, limitan su mayor expansión o dominancia en el área.

Los resultados de densidad, frecuencia y cobertura reflejan la misma hegemonía de las especies con respecto a las demás. *Morisonia scabrida* ocupa el segundo lugar en importancia, representando un 58.33% para el bosque seco. Le sigue *Morisonia crotonoides* con un valor de importancia del 47.01%, que es relativamente cercano a la especie anterior.

Por otro lado, *Vachellia aroma* presenta un valor de importancia del 34.47%. Finalmente, las especies con menor valor de importancia relativa fueron *Tamarix aphylla* con 1.73% y *Parkinsonia aculeata* con 1.58%. Es relevante mencionar que *Tamarix aphylla*, una especie introducida en este ecosistema (Charcape & Moutarde, 2005), pero supera en valor de importancia a *Parkinsonia aculeata*, que una especie nativa de los bosques secos del norte de Perú, lo que indica que *Tamarix aphylla* muestra una gran adaptabilidad ambiental para colonizar diferentes entornos.

La riqueza específica del bosque evaluado es baja en comparación con otros bosques secos de la costa norte. Además, los datos de diversidad también muestran valores muy reducidos en comparación con otros tipos de bosques, como los andinos o amazónicos. Sin embargo, estos valores son consistentes con los niveles de diversidad esperados para este tipo de bosques, como menciona Pandit (2003).

También se observa que ninguna especie domina de manera destacada, a pesar de que *Neltuma piurensis* muestra valores de densidad aparentemente superiores a otras especies presentes. En este caso, los valores sugieren la existencia de cierta codominancia entre las especies. Además, el índice de homogeneidad respalda la falta de dominancia, indicando que las especies presentaron un bajo grado de homogeneidad, lo cual concuerda con resultados similares obtenidos en Kenia por Mutangah & Agnew (2008).

Los datos de abundancia de las especies se ajustaron a los cuatro modelos de abundancia disponibles. Después de realizar la prueba del Chi-cuadrado, se determinó que la serie de datos se correspondía con el modelo de serie geométrica. Este modelo es típico de ecosistemas degradados y con baja diversidad, lo cual coincide con los resultados de diversidad obtenidos para este bosque en particular. Además, el modelo de abundancia

geométrica sugiere que la uniformidad del ecosistema es baja o relativamente baja, como menciona Magurran (1989). Esta conclusión se respalda con el valor de uniformidad obtenido en el estudio, el cual indica que las especies presentes en el bosque seco no muestran una uniformidad marcada en su distribución.

## 5. Conclusiones

El bosque seco contiguo a los Manglares de San Pedro de Vice exhibe una estructura vertical y horizontal heterogénea.

En el bosque seco se registraron seis especies leñosas, siendo *Neltuma piurensis* la más destacada.

La especie *Neltuma piurensis* es la que posee el mayor Índice de Valor de Importancia relativa, alcanzando el 156.88%.

*Neltuma piurensis* se encuentra en grupos monoespecíficos o mezclada con otras especies, mientras que las demás plantas se presentan en grupos que contienen varias especies.

El bosque seco que se encuentra adyacente a los Manglares de San Pedro, muestra una baja diversidad, homogeneidad y riqueza específica, mostrando una codominancia entre *Neltuma piurensis* y *Morisonia scabrida*, con una ventaja para la primera.

La regeneración de las especies presentes en este bosque ocurre en períodos discontinuos y está directamente vinculada a los eventos de El Niño.

## 6. Contribución de los autores

JMCR, WECC, VACS JML:

Diseño experimental, planificación del estudio.

Recopilación de datos en campo y en gabinete.

Determinación de las especies y análisis de datos.

Revisión y edición del manuscrito para mejorar su calidad.

Financiamiento y recursos para llevar a cabo la investigación.

AJDC:

Recopilación de datos en campo y en gabinete.

Redacción y preparación del manuscrito para su publicación.

Contribuciones conceptuales, aportes intelectuales y teóricos al desarrollo del trabajo.

Financiamiento y recursos para llevar a cabo la investigación.

## 7. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). (2006). Resumen de Salud Pública: Cianuro (Cyanide). [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs8.pdf](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs8.pdf).
- Angiosperm Phylogeny Group IV (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181(1): 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Brummitt, R., & C. E. Powell eds. (1992). Authors of plant names. A list of authors of scientific names of plants, with recommended standard forms of their names, including abbreviations. Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN: 0947643443, 9780947643447
- Cayola, L., Fuentes, A., & Jørgensen, P. (2005). Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle de Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Maididi, La Paz. *Ecología en Bolivia*, 4(3):396-417.
- Charcape, M., & Moutarde, F. (2005). Diversidad florística y conservación del Santuario Regional de Piura Manglares San Pedro de Vice - Sechura. *Revista Peruana de Biología*, 12 (2):327-34. <https://doi.org/10.15381/rpb.v12i2.2406>
- Clark, P., & Evans, F. (1954). Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationships in populations. *Ecology* 35:445-453.
- Colinvaux, P. (1993). *Ecology 2*. Edit. John Wiley & Sons, N.Y. ISBN: 0471558605.
- Couteron, P., & Kokou, K. (1997). Woody vegetation spatial patterns in semi-arid savanna of Burkina Faso, West Africa. *Plant Ecology* 132:211-227.
- De Steven, D., & Wright, S. (2002). Consequences of variable reproduction for seedling recruitment in three neotropical tree species. *Ecology* 83(8):2315-2327.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., & Montero, G. (2003). Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigaciones Agrarias: Sistemas de Recursos Forestales*, 12 (1), 159-176. doi:10.5424/795
- Del Valle, J. (1993). Silvicultura y uso sostenido de los bosques: referencia especial a los guandales, Nariño. En Leyva, P. (ed.). Colombia Pacífico. Tomo II. p 662-713. Fondo FEN. Santafé de Bogotá.
- Ferreira, R. (1993). Registros de vegetación en la costa peruana en relación con el fenómeno El Niño. *Bull. Inst fr. Etudes andinus*, 22(1):259-266.
- Gadow, K., V., Sánchez, S., & Álvarez, G. (2007). Estructura y crecimiento del bosque. Göttingen: Universidad de Göttingen.
- Gálvez, M., Barrionuevo, R., & Charcape, M. (2006). El Desierto de Sechura: flora, fauna y relaciones ecológicas. *Universalía*, 11(2):33-43.
- Gillespie, T., Grijalva, A., & Christine, N. (2000). Diversity, composition and structure of tropical dry forest in Central America. *Plant ecology* 147:37-47.
- Kageyama, P. (1994). Revegetación de áreas degradadas: Modelos de consociación con alta diversidad. En II Simposio internacional sobre recuperación de áreas de degradadas. Foz de Iguacu. 559 - 576
- Kokou, K., Atato, A., Bellefontaine, R., & Adzo, D. (2006). Diversity of dense dry forests in Togo (West Africa). *Revue D'Ecologie*, 61(3):225-246.
- Krebs, J. (1989). *Ecology Methodology*. Harper & Row Publishers. New York. USA.
- La torre, M., & Linares, R. (2008). Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. *Revista Peruana de Biología*, 15(1):31-42.
- Leal, J. (2005). Los bosques secos de la Reserva de Biósfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) Tumbes, Perú. *Caldasia*, 27(2):195-211.
- Lott, E., Bullock, S., & Solis, A. (1987). Floristic Diversity and Structure of Upland and Arroyo Forest of Coastal Jalisco. *Biotropica* 19(3):228-235.
- Macbride, J.F. (1937 – 1986). Flora of Peru. Vol. XIII parte 1 y siguientes. Publ. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Chicago. USA.
- Magurran, A. (1989). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedra. Barcelona - España.
- Margalef, R. (1998). *Ecología*. Ediciones Omega S.A. Barcelona - España.
- More, A. (2003). *Composición y estructura florística del habitat de Phytotoma raimondii "cortarrama peruana" en el bosque seco de Talara - Piura*. Tesis para optar el título de biólogo. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Piura - Perú.
- Mostacero, J., Mejía, F., Peláez, F., & Charcape, M. (1996). Fitogeografía del norte del Perú. CONCYTEC N° 14. Lima - Perú. ISBN 9972500013
- Murphy, G., & Lugo, E. (1986). Ecology of Tropical Dry Forest. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 17:67-88
- Mutangah, J., & Agnew, A. (2008). Structure and diversity comparison of three dry forest at Nakaru National Park, Kenya. *African Journal of Ecology*, 34(2):146-157.
- Odum, E. (1997). *Ecología*. Tercera edición. Edit. McGraw-Hill Interamericana. México.
- Pandit, R. (2003). Biodiversity of tropical dry deciduous forest ecosystem. XII World Forest Congress. FAO. <https://www.fao.org/3/xii/0699-b2.htm>
- Proyecto algarrobo-INRENA (1998). Bosques Secos y Desertificación. Memorias del seminario internacional.
- UNESCO (1980). Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de conocimientos. París: UNESCO. ISBN: 978-92-3-301507-4
- Villegas, P., Quesne, C., & Lusk, C. (2003). Estructura y dinámica de una población de Gomortega keule (Mol.) Baillon en un rodal antiguo de bosque valdiviano, cordillera de Nahuelbuta, Chile. *Gayana Bot.* 60(2):107-113.
- Walters, M (2014). *Plant photographs and captions for identification*. University of Canterbury. New Zealand.
- Wright, S., Carrasco, C., Calderón, O., & Paton, S. (1999). The Niño Southern Oscillation, Variable Fruit Production, and Famine in Tropical Forest. *Ecology*, 80(5):1632-1647.
- Zarco, V., Valdez, J., Ángeles, G., & Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Rev. Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 28(1):1-17.